

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme Universitaire)

PAR

Manuel GARCIA DE SORIA

Né le 1 Janvier 1909, à La Havane

PHONOCARDIOGRAPHIE
ET
MECANOCARDIOGRAPHIE

Etude critique et instrumentale

Président : M. LOEPER, Professeur

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme Universitaire)

PAR

Manuel GARCIA DE SORIA

Né le 1 Janvier 1909, à La Havane

PHONOCARDIOGRAPHIE ET MECANOCARDIOGRAPHIE

Etude critique et instrumentale

Président : **M. LOEPER**, Professeur

Lucien CARIO, Imprimeur
13, Pass. Trubert-Bellier
PARIS (XIII^e)
1935



FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

LE DOYEN. M. ROUSSY.

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIÈRE.
Physiologie	BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie.	DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale.	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée.	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	Maurice VILLARET

	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
Clinique médicale	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance.....	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.....	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques..	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.....	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.....	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique.....	MARION.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	N.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.....	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la tuberculose.....	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale et orthopédique de l'adulte.	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
Professeur sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.
	MOIGNOT.

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.

BÉNARD (H.) .. Pathologie médicale.
 BERNARD (E.). Pathologie médicale.
 BEZANÇON (J.). Hydrologie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 GALLIARD Parasitologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD Pharmacologie.
 HUGUENIN. . . Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.
 LABBÉ (Henri). Chimie biologique.
 LACOMME Obstétrique.

MM.

LANTUÉJOUL .. Obstétrique.
 LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY .. Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI . Neuro-psychiatrie.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET . Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS Pathologie chirurgicale.
 PIÉDELIEVRE .. Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RICHT Physiologie.
 SANNIÉ Chimie biologique.
 SÉNÈQUE Pathologie chirurgicale.
 TROISIER Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le Service des Examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.

MM.

LEROUX. Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent

MM.		MM.	
ABRAMI		BROCQ.	
ALAJOUANINE		CADENAT	
AUBERTIN		GATELLIER	
BRULE		HEITZ-BOYER..	Clinique chirurgicale. (suite)
Chabrol		MOURE	
CHIRAY	Clinique médicale.	QUENU	
DONZELOT. ..		SCHWARTZ	
DUVOIR		VELTER	
LIAN			
PASTEUR - VAL-			
LERY-RADOT .		GUÉNIOT.	Clinique obstétricale.
SÉZARY.		LE LORIER....	
		LEVY-SOLAL ..	
BASSET	Clinique chirurgicale.	METZGER.	

V. — CHARGES DE COURS

CHAILLEY-BERT, agrégé	Education physique.
FREY	Stomatologie.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ.	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1796, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE.

A MA MÈRE.

A MES FRÈRES.

A MA FIANCÉE.

AUX MIENS.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR M. LOEPER,

Membre de l'Académie de Médecine,
Professeur de clinique médicale à l'Hôpital Saint-Antoine,
Commandeur de la Légion d'Honneur.

*Qui, après nous avoir accueilli dans son
service et son laboratoire, nous a per-
mis d'y travailler, de profiter de son
enseignement, et a bien voulu accepter
la présidence de cette thèse.*

*En hommage de notre admiration et de
notre très respectueuse gratitude.*

AU DOCTEUR ANDRÉ LEMAIRE,
Professeur agrégé de Pathologie Expérimentale,
Médecin des Hôpitaux.

Il nous a fait l'honneur de nous accueillir près de lui et de nous associer à ses recherches.

Il sait les sentiments de profond attachement que j'ai pour lui; qu'il en trouve ici l'expression renouvelée.

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DES HOPITAUX DE PARIS.

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DES HOPITAUX DE LA HAVANE.

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION

A qui cherche à prendre une vue d'ensemble de la cardiologie contemporaine, une constatation s'impose : c'est l'importance de plus en plus grande qui est dévolue à la méthode graphique et instrumentale. Certes, l'examen clinique n'est pas considéré comme accessoire, puisque c'est d'après ses indications que seront entreprises et interprétées telles recherches complémentaires jugées nécessaires.

Mais il est bien certain que les éléments qu'il fournit ne suffisent pas à définir la modalité d'un trouble rythmique, à préciser la nature d'une perturbation du jeu valvulaire, à apprécier la valeur fonctionnelle du myocarde. On connaît mieux aujourd'hui qu'au siècle dernier les possibilités limites de l'auscultation. N'est-il pas frappant d'entendre enseigner que la topographie et la propagation d'un souffle n'ont pas la valeur d'identi-

cation que leur assignaient les classiques? Tel souffle diastolique aortique s'entend très à gauche du sternum et parfois seulement au voisinage de la pointe ; tel autre ne pourra être distingué d'un souffle d'insuffisance pulmonaire que par le contexte clinique. Dans un cœur très rapide ou très arythmique, l'oreille est impuissante à analyser l'anomalie des bruits, et elle doit être singulièrement exercée pour distinguer les différents types de rythmes à trois temps. N'est-il pas également classique que l'auscultation d'un cœur asystolique n'est efficace que quand l'action tonifiante et ralentissante de la digitale s'est manifestée? Et quel secours apporte l'auscultation la plus attentive quand il s'agit d'analyser un trouble du rythme? Au surplus, il y a déjà longtemps que Trousseau remarquait l'absence de lésions audibles dans certaines insuffisances cardiaques et soulignait la relativité des lésions valvulaires dans la genèse de l'asystolie. Ainsi comprend-on l'intérêt de méthodes complémentaires telles que la sphygmographie humérale ou jugulaire, la radiographie, la radiokymographie, l'électrocardiographie. Celle-ci, en raison de la simplicité de sa mise en œuvre, et parce qu'elle est riche d'enseignements, est sans aucun doute celle dont le cardiologue aimerait le moins se passer.

Il nous semble pourtant que l'examen trouve d'utile compléments dans d'autres procédés graphiques, dont l'un, quelque peu oublié et faisant figure de parent pauvre, est la *mécano-cardiographie*, dont l'autre, peu répandu encore, parce que très jeune, est la *phonocardiographie*.

D'excellents ouvrages récents, tels que ceux de Pâchon et Fabre, Broustet, en précisant la technique, en montrant la qualité des renseignements qu'elle fournit, ont réhabilité l'inscription

du mécanogramme de la pointe. Et les publications de ces dernières années, dont le nombre va croissant, prouvent assez la valeur de l'inscription des bruits. Cette thèse sera consacrée à l'étude de ces deux méthodes et décrira la modification ou les innovations que nous avons apportées à leur technique instrumentale. *A priori*, son objet semble quelque peu divers, sinon dispersé.

Nous espérons montrer que la prise simultanée du cardiogramme de pointe et du phonocardiogramme se justifie pleinement en raison de l'interprétation réciproque que rend possible l'inscription synchrone des deux courbes, et des déductions physio-pathologiques que permet leur comparaison.

Au demeurant, l'une et l'autre ne font qu'objectiver, au moyen d'appareils spécialement adaptés à leur fréquence et à leur amplitude, les mouvements imprimés à la paroi thoracique par la contraction du myocarde et par le jeu des valvules ; les uns lents et de grande amplitude, répondent au mécanogramme ; les autres rapides et peu amples, répondent au phonogramme.

Si bien que cette thèse pourrait être intitulée : « Etude des mouvements transmis à la paroi thoracique par le fonctionnement du cœur ». Cette remarque en justifie l'unité.

La construction et la mise au point de ces appareils est fort délicate et nous a demandé beaucoup de temps.

Leur réalisation n'a été possible que grâce à l'accueil bienveillant que nous a réservé, dans son laboratoire comme dans son service, notre maître, M. le Professeur Loeper. Nous l'en remercions bien vivement ; l'intérêt qu'il a porté à notre travail, les encouragements qu'il nous a prodigués ont été pour nous des stimulants très précieux.

Nous voulons rendre aussi un hommage reconnaissant à la mémoire de Claude Bussard, qui fut l'initiateur technique de recherches qui le passionnaient et dont un destin cruel l'empêcha de voir l'achèvement. Nous prions enfin notre ami P. Lefèvre de trouver, ici, l'expression de nos très vifs remerciements. Ses vastes connaissances techniques et sa remarquable expérience pratique qu'il a su adapter à l'objet très particulier de nos recherches, ont été, pour nous, riches d'enseignements et fécondes en résultats.

CHAPITRE II

HISTORIQUE

Le problème de l'enregistrement des bruits du cœur est posé et, semble-t-il, résolu depuis longtemps déjà. Il n'est sans doute pas inutile, avant d'aborder l'étude critique d'une méthode dont l'essor grandissant justifie le puissant intérêt, de rappeler quelles furent les solutions successivement proposées.

1° La première tentative remonte à Donders, qui auscultant un sujet, frappait un signal au rythme des bruits dans le but de les situer par rapport à un cardiogramme de pointe simultanément enregistré. Méthode primitive, qui donnait non pas un tracé, mais une chronographie, d'ailleurs imprécise, et que Hurthle perfectionne en remplaçant l'observateur par un stéthoscope, mettant en action un relai microphonique. C'est pour la première fois, en 1894, que Einthoven inscrit réellement les bruits du cœur au moyen d'un microphone intercalé dans

le circuit d'un électromètre de Lippmann. Cette solution n'attire guère l'attention, puisque, vers la même époque, Franck se sert d'un oscillographe optique, formé d'une mince membrane de caoutchouc munie d'un miroir et appliquée au devant du cœur. Marbe utilise les procédés bien connus de la flamme manométrique de Kœnig. Weiss, reprenant l'idée de Franck, remplace la membrane de caoutchouc par une lame d'eau de savon, et enregistre les déplacements de celle-ci en photographiant l'image d'un fil de verre très fin collé sur ladite membrane. Ce phonoscope, remarquablement sensible, a donné entre les mains de Hess, de Michaud, de Fleisch, de Stræhl et Hotz, d'excellents tracés. Mais son emploi est d'une extrême délicatesse. Si bien qu'on en revint à la méthode d'Einthoven, dont Bull pouvait dire, en 1925, qu'elle est la plus employée, « et certainement la mieux adaptée au problème de l'enregistrement des bruits du cœur ». Malgré les excellentes études qu'elle a permises, dont celles toutes récentes de C. Lian, elle est passible de certaines critiques dont les principales sont la sensibilité à de nombreuses influences perturbatrices et l'impossibilité de vérifier l'exactitude des tracés obtenus.

Ce dernier inconvénient est commun à toutes les techniques précédentes, comme à celles qui, s'en inspirant, ont pu être expérimentées par la suite. Elles ne peuvent donner du problème qu'une solution partielle parce qu'elles ne permettent ni l'amplification ni l'audition des bruits.

2° La solution complète ne devait être donnée que par la découverte de la lampe à trois électrodes. Il suffit, pour s'en convaincre, de remarquer le nombre des publications consacrées à la phonocardiographie depuis 1925. Trendelenburg, Bass, Sche-

minsky, Lutembacher, Duchosal ont montré les nombreuses possibilités qu'offrent les amplificateurs à lampes aussi bien à la recherche qu'à l'enseignement; c'est à eux qu'on doit les forts beaux travaux de Duchosal, de Pendé, de Clerc, de Laubry.

CHAPITRE III

PHONOCARDIOGRAPHIE

1° Description de l'appareil

Toutefois, les appareils que nous avons vus et ceux dont nous avons pu lire la description se groupent, nous a-t-il semblé, en deux catégories, dont les possibilités d'utilisation s'opposent ou s'excluent.

Les uns, utilisés surtout en France, sont de faible puissance, et n'ont d'autre but que d'enregistrer les bruits. Tout au plus, et inconstamment, permettent-ils de contrôler l'exactitude de l'amplification au moyen d'un écouteur téléphonique, appareil d'ailleurs peu apte, de par ses caractéristiques de construction, à restituer aux bruits de très basse fréquence leur timbre exact.

Les autres, adaptés à l'enseignement, fournissent une amplification très puissante, permettent une auscultation collective, mais ne sont dotés d'aucun dispositif d'enregistrement. Il faut,

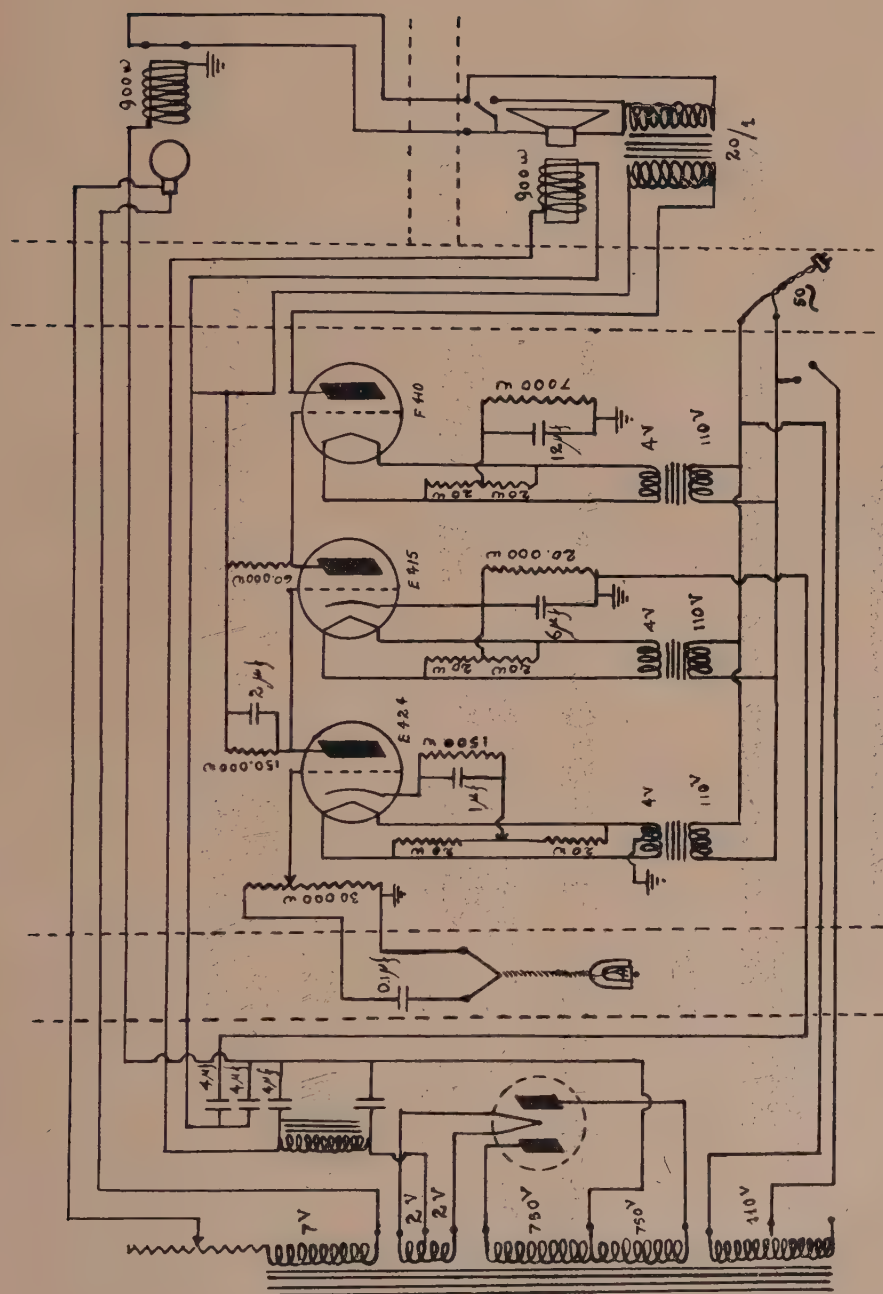
d'ailleurs, reconnaître que la qualité de l'audition qu'ils fournissent est rarement excellente.

Aussi avons-nous été amenés, au cours des essais que nous poursuivons depuis 1932, à mettre au point un appareil pratique et précis, qui permît à la fois, avec une fidélité satisfaisante, l'amplification sonore et l'enregistrement graphique des bruits normaux et pathologiques du cœur. Rien ne paraît plus simple. En réalité, l'expérience prouve qu'un tel amplificateur doit réunir des qualités très spéciales et qui s'excluent. Il doit être suffisamment puissant pour permettre une auscultation collective à distance, et n'introduire aucune distorsion sur les fréquences basses. Or, s'il est facile d'amplifier correctement les sons musicaux, qui sont des phénomènes vibratoires de type sinusoïdal, il est bien plus malaisé d'amplifier correctement les vibrations de type transitoire et de fréquence basse que sont les bruits. Pour y parvenir, nous avons dû adopter un type de montage assez peu usité, et dont voici les caractéristiques. Comme ceux des auteurs précédents, il se compose d'un système détecteur, d'un système amplificateur, d'un haut-parleur et d'un oscillographe.

Voici d'abord le schéma électrique complet de l'installation. (Fig. 1.)

1° L'appareil détecteur des bruits est simplement constitué par le moteur d'un haut-parleur électromagnétique ; il fonctionne comme un microphone électromagnétique à haute impédance. Il possède les avantages suivants :

1) Il peut être connecté directement sans interposition d'un transformateur sur la grille de la lampe d'entrée ;



(Fig. 1) Schéma électrique du phonocardiographe.

2) Il évite tout bruit parasite et particulièrement le bruit de souffle inhérent au microphone à charbon;

3) Son équipement mobile est rendu aussi léger que possible afin de permettre la bonne reproduction des notes aiguës; sa course peut atteindre 4 m/m, ce qui lui assure une grande fidélité dans la lecture de bruits de basse fréquence et constitue un sensible avantage sur les microphones électromagnétiques employés par d'autres auteurs.

Il a cependant l'inconvénient d'être très sensible aux champs magnétiques même très faibles. Il est donc indispensable de le protéger de l'action du flux de fuite des transformateurs d'alimentation. Un autre reproche peut être fait à un tel détecteur qui n'est, à tout prendre, qu'un pick-up : c'est que son équipement mobile implique un contact direct avec la paroi thoracique. Or, ce contact, chez des sujets à paroi maigre et à cœur éréthique, introduit nécessairement des perturbations quand le microphone est placé au voisinage immédiat de la pointe. Les déplacements qui lui sont imprimés peuvent être alors considérables. Ils ne s'inscrivent évidemment pas tels que le cardiogramme nous les révèle, car ce type de microphone ne peut transmettre que la dérivée des fonctions plus ou moins périodiques qui le déplacent, mais il n'en reste pas moins vrai que l'influence perturbatrice du choc de la pointe doit être évitée. Ce qui, en théorie, conduit à la nécessité d'un filtrage, capable d'empêcher le passage des fréquences inférieures à 20. En fait, ce filtrage se révèle très difficile, et à peu près inutile. Voici pourquoi. Il convient de se rappeler que la paroi thoracique pré-cordiale est le siège de deux ordres de mouvements : les uns lents et de grande amplitude, répondant au mécanogramme, ont

leur maximum à la pointe et se propagent très peu. Les autres, plus rapides, d'amplitude incomparablement plus réduite, répondent aux bruits normaux ou pathologiques, et sont susceptibles d'une certaine propagation (laquelle dépend de l'épaisseur de la paroi, de la nature des bruits, du point où ils naissent, du mécanisme de leur formation). Pour capter ceux-ci sans être gêné par ceux-là, il suffit donc de placer le microphone à une certaine distance de la pointe. Dans ce cas, on peut admettre que la paroi thoracique tient lieu de filtre, en raison de son élasticité propre. Et ce sont les frottements internes dont elle est le siège qui assurent l'amortissement de la vibration.

Par ailleurs, et dans le but de répondre à une critique fort courtoise du Professeur Clerc, qui reproche à notre microphone son contact direct avec la paroi, nous avons muni son équipement mobile d'un petit cône très léger, apte à recueillir les vibrations sans toucher les téguments : les bruits sont transmis au microphone par l'intermédiaire de la couche d'air interposée, exactement comme ils le sont au tympan de l'oreille humaine dans l'auscultation médiate. Cette couche d'air fait de plus l'office d'un filtre. Et c'est la suspension du cône du microphone qui assure l'amortissement. La filtration réalisée par la couche d'air interposée est sensiblement la même que celle que procure la paroi quand le microphone est placé à quelque distance de la pointe. Nous avons vérifié que les tracés obtenus avec l'un ou l'autre appareil sont très sensiblement identiques.

2° L'amplificateur est un appareil à trois étages, du type « Lofting White », dont le principe consiste dans le fait que la plaque d'une lampe est directement reliée à la grille de la suivante sans condensateur ni transformateur. Le schéma se com-

plique d'un certain nombre de résistances ayant pour but d'obtenir les tensions voulues sur les différents éléments des lampes.

Ce système a l'inconvénient de nécessiter une tension plaque élevée égale à la somme des tensions plaque des trois lampes.

Les condensateurs qui shuntent les résistances situées entre les cathodes et la masse ont été choisis de façon à rendre aussi basse que possible la fréquence à laquelle les résistances correspondantes jouent le rôle désamplificateur.

Le montage a été fait avec des résistances indépendantes pour obtenir une certaine stabilité. Le fonctionnement de cet amplificateur est assez simple: si on considère isolément un quelconque de ses étages, une variation de tension de la grille A de la lampe change son débit plaque (Fig. 2); comme dans le circuit de la plaque nous avons une résistance R, le potentiel du point B varie et cette variation se transmet directement à la grille C.

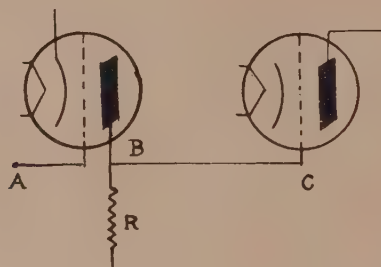


FIG. 2.

Les résistances de 2×20 ohms mises en dérivation sur le circuit de chauffage sont destinées à éviter le ronflement de

50 périodes qui pourrait provenir de l'action du courant de chauffage qui s'alimente en alternatif.

L'appareil est pourvu d'une résistance à réglage micrométrique montée sur la première lampe, pour compenser exactement l'induction possible du secteur à 50 périodes.

Nous avons mesuré le coefficient d'amplification de l'appareil à 50 périodes et il atteint 2000. Nous signalons, d'ailleurs, que l'on commettrait une erreur grossière en admettant que ce coefficient d'amplification est constant, quelles que soient les fréquences envisagées. Cette indication ne vaut que pour le réglage de l'appareil.

A la sortie de l'amplificateur est disposé un transformateur abaisseur permettant d'adapter l'impédance du système haut-parleur-oscillographe à la résistance interne de la lampe de sortie. Son emploi est indispensable pour éviter le passage du courant plaque dans la corde de l'oscillographe à laquelle il imprimerait une déviation permanente impossible à compenser. Il est spécialement adapté aux fréquences basses qu'il s'agit d'enregistrer.

3° Le haut-parleur électrodynamique est du type classique.

4° L'oscillographe se compose d'une culasse donnant un champ important d'environ 7.000 gauss dans un entrefer rectangulaire où se trouve tendue une corde de 5/100 de millimètre de diamètre, shuntée par une résistance appropriée de façon à lui procurer un amortissement satisfaisant.

Un objectif de microscope donne une image de cette corde sur une fente derrière laquelle se déroule un film photographi-

que à une vitesse qui peut varier de 4 à 15 centimètres-seconde. Ce film, éclairé par une lampe alimentée sur un courant alternatif à 50 périodes, se montre, après développement, strié de bandes alternativement claires et sombres, deux bandes sombres sont séparées par un intervalle de $1/100$ de seconde. La chronographie du tracé est ainsi automatique.

Voici, à titre d'exemple, le phono-cardiogramme d'un cœur normal. (Fig. 3.)



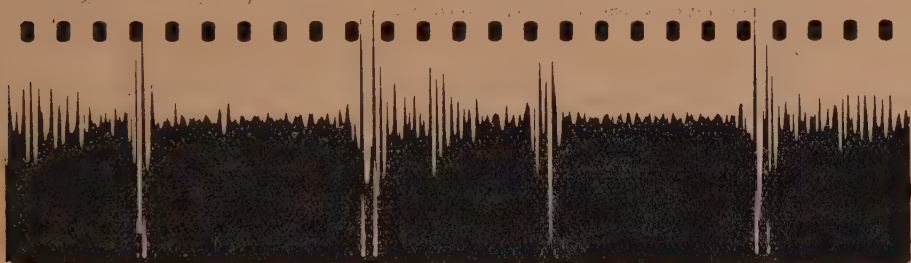
(FIG. 3). Phonocardiogramme normal ; remarquer la chronographie du tracé ; l'intervalle de deux traits sombres équivaut à $1/100^e$ de seconde.

2° Contrôle des films

Un tel tracé apparaît parfaitement lisible, mais il convient d'abord d'en vérifier l'exactitude. A l'exemple de Lutembacher, nous avons réalisé cette vérification en utilisant les propriétés bien connues de la cellule photo-électrique.

Voici comment nous avons opéré : le bruit à étudier n'est plus enregistré, comme précédemment, en filmant à travers une

fente mince les déplacements de la corde de l'oscillographe, mais en filmant, dans les mêmes conditions, les bords de l'image d'une fente lumineuse large. Cette image est envoyée sur le film par le miroir d'un oscillographe à miroir monté en dérivation entre la plaque de la dernière lampe et la terre par l'intermédiaire d'un condensateur de capacité appropriée. On obtient ainsi, sans qu'il soit besoin de plus amples explications, un film du type suivant. Bien entendu, ce film est éclairé non plus en lumière alternative mais en lumière continue. (Fig. 4.)



(Fig. 4). Enregistrement destiné à la reproduction par la cellule photo-électrique. Bruit du galop présystolique.

Pour l'éprouver, ce film est déroulé à une vitesse égale à celle avec laquelle il a été enregistré devant une fente de même largeur que celle qui a servi à l'enregistrement. Cette fente, éclairée par une lampe de 50 bougies, est placée devant une cellule photo-électrique reliée à l'entrée de l'amplificateur d'enregistrement (la tension anodique nécessaire au fonctionnement de la cellule est prise sur le retour du filament de la deuxième lampe de l'amplificateur. La cathode de la cellule est reliée directement à la grille d'entrée). On conçoit que, dans ces conditions,

les accidents inscrits sur le film laissent passer au travers de la fente, au fur et à mesure qu'ils se déroulent devant elle, une quantité variable de lumière. La lumière reçue par la cellule est donc, selon l'expression technique, modulée par les accidents du film. La cellule transforme ces variations de lumière en courants électriques qui, amplifiés et envoyés dans le haut-parleur, reproduisent le son.

Dans ces conditions, un bon tracé doit restituer le bruit enregistré, avec son timbre exact. C'est l'oreille qui, en définitive, vérifie le tracé. L'enregistrement graphique d'un bruit et d'un souffle ne peut être tenu pour exact que s'il a été soumis par les moyens que nous venons de dire, au contrôle de l'oreille.

Nous insistons sur la nécessité d'une telle vérification qu'avait déjà, en 1926, effectuée Lutembacher. Contrôle, mais aussi possibilité d'auscultation collective indirecte en l'absence du malade au moyen de films enregistrés sur des cœurs caractéristiques, telles sont entre autres possibilités, celles qu'offre l'inscription graphique.

3° Résultats

Voici quelques-uns des phonocardiogrammes que nous avons obtenus dans diverses cardiopathies. Ils affectent des profils qu'on apprend assez vite à interpréter.

Nous ne pouvons que confirmer les résultats obtenus par

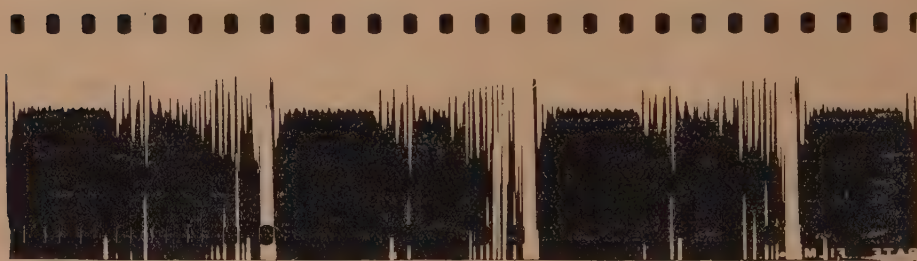
les auteurs qui nous ont précédés et, en particulier, par Lutembacher, par Mozer et Duchosal.

A l'état normal, le premier bruit a un profil assez variable. Il se compose de 4 à 6 oscillations, sa durée est de 10 à 12 centièmes de seconde. Le deuxième bruit est figuré par deux ou trois vibrations doubles, durant de 4 à 6 centièmes de seconde (fig. 3). Le petit silence n'est pas constant dans sa durée, il diminue quand le cœur s'accélère notablement (cette constatation montre, en particulier, la précarité du repérage des tracés phoniques par l'E.C.G.). Nous avons, exceptionnellement, trouvé les ondulations qui précèdent le premier bruit et auxquelles Houssey attribue une origine auriculaire. C'est très rarement, enfin, que s'est inscrit sur nos tracés normaux le troisième bruit du cœur que Clerc et ses élèves, Houssay, trouvent avec une relative fréquence.

Mozer et Duchosal, dans leurs fort belles études, ont établi que, dans la *Sténose mitrale*, le roulement débute de 4 à 8 centièmes de seconde après le deuxième temps du bruit de rappel. Le renforcement présystolique qui lui fait suite est formé d'oscillations qui, selon ces auteurs, et à l'encontre de ce qu'on pourrait croire, n'ont pas une amplitude croissante. Mais ce fait ne nous semble pas constant; il ne se vérifie pas sur la figure 5. L'éclat du premier bruit se manifeste toujours par une amplitude considérable des vibrations qui le composent. Ceci est particulièrement net sur la figure 5, où l'index lumineux a dépassé les limites du film.

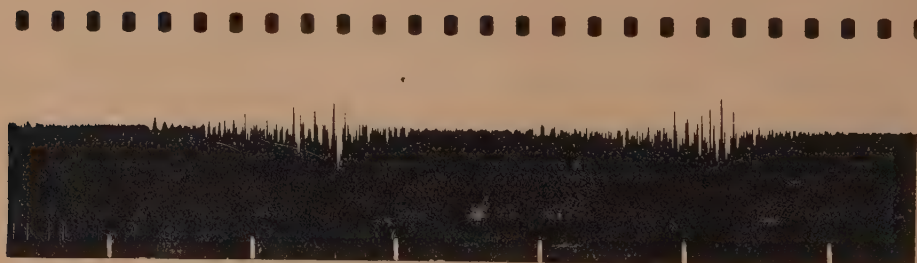
Le dédoublement du deuxième bruit est parfois très net (Fig. 15). Il est parfois détriplé (Fig. 5). Il n'est pas toujours dû à l'asynchronisme des sigmoïdes pulmonaires et aortiques.

Un dédoublement très nettement distinct et qui s'étale sur 5 à 10 centièmes de seconde est presque, à coup sûr, d'origine ventriculaire. Nous en donnerons, plus loin (Chapitre V), une



(Fig. 5) Phonogramme de réécoulement mitral. Remarquer le dédoublement du 2^e bruit, le roulement présystolique, l'éclat du 1^{er} bruit.

preuve de plus en comparant le phonogramme au cardiogramme de pointe.

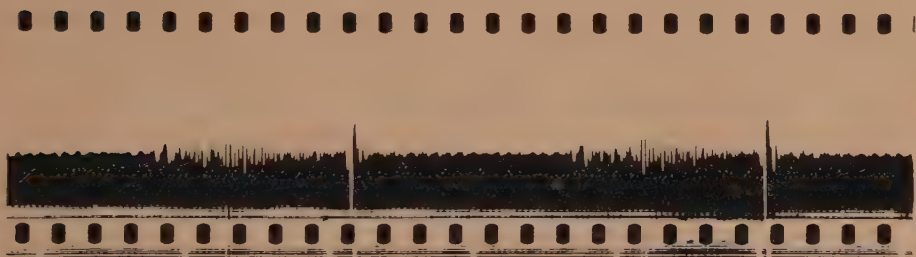


(Fig. 6). Phonogramme. Persistance du canal artériel. Le souffle n'occupe pas toute la systole. Il va croissant jusqu'au second bruit et se prolonge avec une fréquence plus grande pendant le premier tiers du grand silence.

Le galop présystolique débute 10 à 12 centièmes de seconde avant le premier bruit (fig. 4).

La maladie mitrale se caractérise par un souffle holosystolique et un dédoublement ou un étalement du deuxième bruit.

Le souffle dû à *la persistance du canal artériel* est à cheval sur le deuxième bruit; il débute 5 à 6 centièmes de seconde après le premier bruit. Son amplitude et sa fréquence croissent jusqu'au deuxième bruit, puis son amplitude décroît et il cesse 12 centièmes de seconde après le début du deuxième bruit. (Fig. 6.)

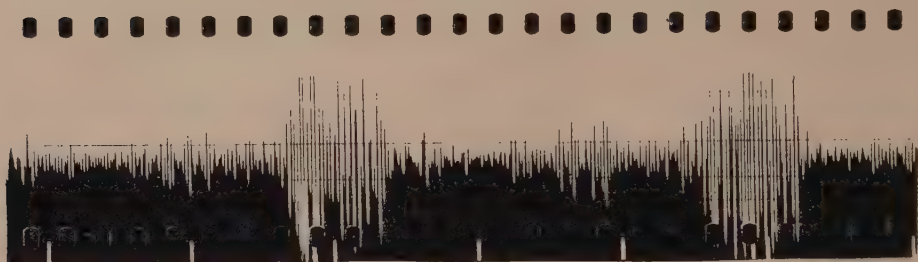


(Fig. 7) Phonogramme : communication interventriculaire.

La communication interventriculaire provoque un souffle holosystolique dont l'amplitude est maxima au milieu du petit silence. (Fig. 7.)

La fréquence du roulement diastolique est de l'ordre de 150 à 200; celle des souffles mitraux ou aortiques (systoliques ou dia-

stoliques) varie de 200 à 500. (Fig. 8.) Mais il semble impossible de définir le temps ou le siège d'un souffle d'après sa fréquence.



(FIG. 8) Phonogramme : Aortite rhumatismale avec double souffle de la base.

Il est bien entendu que les amplitudes des accidents enregistrés sur un même malade en des zones différentes de la paroi précordiale, et à plus forte raison, chez des malades différents, ne peuvent aucunement être comparées.

CHAPITRE IV

LES LIMITES DE LA SENSIBILITÉ DU PHONO-CARDIOGRAPHE

Théoriquement, le pouvoir amplificateur d'un appareil et sa sensibilité peuvent être indéfiniment accrus. En fait, il en va tout autrement.

Tout d'abord, les amplifications énormes sont, en matière de bruits du cœur, à peu près inviables; d'une part l'effet Larsen oblige à éloigner considérablement le microphone du haut-parleur; d'autre part, à mesure qu'on augmente la puissance de l'appareil, l'amplification des bruits parasites (frottement de la peau ou des poils sur le microphone, bruits respiratoires, etc.), croît plus vite que celle des bruits du cœur. Il suffit, pour s'en convaincre, de lire la thèse de Charles Alfred. L'appareil décrit par lui exigeait une dizaine de mètres et trois portes fermées entre le microphone et le haut-parleur et qu'aussi le malade

fût rasé pour éviter la désastreuse perturbation apportée par ce que l'auteur dénomme plaisamment l'« effet poil ».

L'effet Larsen, inhérent aux fortes amplifications, entraîne l'inconvénient suivant: il est évident que l'opérateur qui explore avec le microphone la paroi précordiale doit pouvoir contrôler l'audition; il doit donc être à la fois près du malade et du haut-parleur, c'est-à-dire placé dans des conditions qui rendent inévitables l'accrochage entre microphone et haut-parleur quand l'amplification est quelque peu poussée.

Ce ne sont pas là les seules considérations qu'il faille invoquer. Qu'on réfléchisse à l'énorme puissance qu'il faut mettre en jeu lorsqu'on veut diffuser dans un vaste amphithéâtre les bruits d'un cœur que l'oreille humaine ne perçoit qu'à la condition d'un contact direct avec la paroi thoracique du sujet. Une telle amplification introduit, presque à coup sûr, une distorsion qui altère considérablement l'audition, de sorte que le but d'enseignement qu'on assigne à l'appareil est pratiquement nul. Réussirait-on, au surplus, à construire un amplificateur correct, qu'il faudrait encore disposer de hauts-parleurs à cônes de grande ouverture et de dimensions inusitées. L'expérience prouve, et nous l'avons faite, que les amplifications énormes déforment les bruits du cœur, au point de les rendre méconnaissables.

Les mêmes critiques valent en ce qui concerne l'enregistrement. Il est vain d'espérer augmenter l'amplitude d'un souffle léger en augmentant l'amplification. On ne réussit qu'à accroître les accidents parasites et les tracés deviennent illisibles. Et c'est pourquoi nous nous sommes arrêtés à un appareil d'une

puissance moyenne permettant une audition collective à un groupe d'une dizaine de personnes et un enregistrement correct. Mais encore faut-il ajouter que, dans ces conditions, les auditions et les enregistrements les meilleurs sont ceux qui concernent les souffles intenses, les roulements, les éclats vibrants des bruits, c'est-à-dire les manifestations sonores qui ont une traduction tactile sous forme de frémissement ou de thrill. Les souffles légers sont parfois audibles, mais ne s'inscrivent généralement pas. Ce reproche est valable aussi pour certains appareils commerciaux. Le fait tient sans doute à la trop grande inertie des appareils détecteur et inscripteur. On y pourrait remédier en utilisant le microphone électrostatique et l'oscillographe cathodique qui ne sont, jusqu'à présent, ni l'un ni l'autre, d'un emploi très courant.

Remarquons toutefois qu'il est cependant possible de tourner cette difficulté: il suffit de filtrer les basses fréquences. On pourra, dès lors, amplifier les bruits de souffle. Mais le tracé ainsi obtenu ne représenterait évidemment pas le profil exact du phonocardiogramme. Ce tracé n'aurait d'utilité que pour l'analyse des bruits de fréquence élevée.

CHAPITRE V

LE REPÉRAGE

1° Les différents modes de repérage

Pour si satisfaisants que soient les résultats donnés par cet appareil, dans les conditions que nous venons d'indiquer, nous devons toutefois avouer que l'intérêt qui s'y attache est vite limité. Sans doute permet-il de situer les bruits anormaux dans la révolution cardiaque, de préciser le temps, la durée, la fréquence d'un souffle, d'un roulement, d'un galop, l'existence d'un dédoublement ou d'un troisième bruit. Remarquons, toutefois, que sur les tracés, rien ne distingue un souffle aortique d'un mitral, un souffle de malformation congénitale d'un souffle de valvulite acquise. Nous avons cru pouvoir attribuer aux uns et aux autres des caractères graphiques qui permettent de les identifier. Il n'en est rien, car le profil et la fréquence de

vibrations sont à peu près les mêmes pour les différents souffles; seuls les roulements et les galops ont un aspect plus caractéristique. Il est rare que le tracé puisse déceler des détails que l'oreille n'a pas perçus. C'est le cas pourtant de certaines systoles en écho dans la dissociation auriculo-ventriculaire et du troisième bruit du cœur que Clerc observe sur ses tracés dans une proportion bien plus grande que l'oreille ne le fait entendre. Ces rares cas exceptés, l'inscription en elle-même n'apporte donc, le plus souvent, aucun complément à l'auscultation médiate. Il convient encore de lui faire, avec Duchosal, les critiques suivantes: « Si la lecture d'un phonocardiogramme normal est d'une simplicité enfantine, celle de la plupart des tracés pathologiques ne l'est guère à cause de l'accumulation et de la ressemblance apparente des accidents acoustiques consécutifs. Il est souvent impossible de distinguer la diastole de la systole, le premier bruit du deuxième, un bruit d'un souffle, etc. Pour effectuer cette lecture avec profit, et sans incertitude (sans cela il n'y aura pas de gain sur l'auscultation simple), il est indispensable que l'enregistrement des bruits soit accompagné d'un autre tracé cardiographique: » (Duchosal.)

Cette nécessité d'un repérage n'a échappé à aucun des auteurs qui se sont occupés de phonocardiographie. Jusqu'à présent, deux méthodes sont en présence:

1) L'une consiste à enregistrer simultanément les bruits et l'électrocardiogramme. Déjà réalisée par Lewis et Battærd, elle est la plus couramment employée;

2) La seconde consiste à inscrire en même temps que les bruits, le cardiogramme de pointe ou le pouls huméral. Le pre-

mier est détecté par le cardiographe de Marey; le second par une capsule oscillographique.

Ces deux modes de repérage sont passibles de critiques.

1° L'électrocardiogramme enregistre des accidents électriques intracardiaques, dont la transmission est instantanée et qui précédant la contraction cardiaque, précèdent *à fortiori*, les bruits détectés au niveau de la paroi thoracique. Il est donc en avance sur le tracé des bruits et ce décalage est inconstant. D'après Lewis, cité par Lian, le premier bruit commence de 1 à 5 centièmes de seconde après l'onde Q de l'E.C.G. et le deuxième bruit de 1 à 5 centièmes de seconde après la fin de l'onde T. Non seulement il ne peut y avoir de synchronisme entre le phono et l'électrocardiogramme, mais encore ce dernier ne fournit pratiquement que deux repères, l'un, P, de contraction auriculaire, l'autre, R, de contraction ventriculaire, l'accident, T, dont la signification est imprécise, n'ayant aucune valeur de repérage. Nous ne nions certes pas l'intérêt de cette double inscription, qui a permis les belles études de Duchosal sur les bruits de galop, les dédoublements des premier et deuxième bruit, le bruit de rappel du rétrécissement mitral, le systole en écho, etc.; celles de Clerc sur les rythmes à trois temps; celles de Laubry sur les dédoublements du premier bruit et les galops. Il n'empêche que l'E.C.G. ne fournit pas le repérage idéal: il a pourtant l'avantage d'être simple, pratique et de s'appliquer à tous les malades.

2° Un même reproche d'asynchronisme peut être adressé à la méthode de repérage par le cardiogramme de pointe ou le poulx huméral. Les auteurs qui l'utilisent se servent, pour cette inscription, d'une transmission pneumatique entre le cardio-

graphe (ou le brassard de l'appareil de Pachon), et le tambour de Marey (ou la capsule oscillographique), dont le style bat devant le film d'enregistrement. Il n'est pas besoin d'insister sur le retard qu'apporte à la transmission un tel dispositif. Il introduit forcément un asynchronisme entre le tracé des bruits et le tracé qui doit lui servir de repère. En ce qui concerne le pouls huméral, le retard, encore plus considérable que celui du cardiogramme de pointe, est tel que le début de l'onde artérielle se manifeste 7 centièmes de seconde après le premier bruit et le deuxième bruit se termine quand se produit dicrotisme du pouls. (Lian.)

On sait le très utile parti qu'a su tirer de ce repérage C. Lian dans l'étude phonocardiographique des cœurs normaux, des affections valvulaires et congénitales du cœur et des rythmes à trois temps.

Mais Clerc objecte que l'onde mécanique humérale « peut présenter éventuellement, vis-à-vis de la systole ventriculaire, un retard pathologique plus ou moins important et variable; elle se montre, en outre, assez aléatoire si le pouls devient trop bondissant ou trop faible, et, à plus forte raison, dans le cas d'arythmie complète et d'extra-systole... Enfin, ce procédé ne peut renseigner sur le début exact de la systole auriculaire, qui représenterait cependant un indice précieux ». Et le même auteur ajoute: « Le tracé de la pointe comporterait évidemment moins d'incertitude, n'était la difficulté réelle et parfois l'impossibilité de son inscription. »

A notre sens, les bruits étant des phénomènes vibratoires qui ne peuvent être perçus et détectés qu'au niveau de la paroi

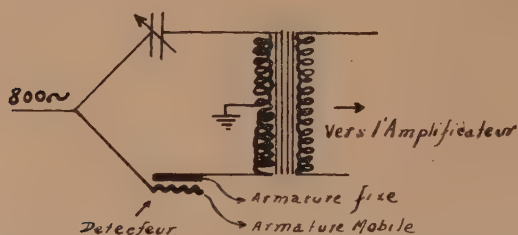
thoracique, il faut les repérer par un phénomène de paroi enregistré synchroniquement. Ce repère ne peut être fourni que par le cardiogramme de pointe, à condition de le détecter et de l'amplifier électriquement. Le synchronisme des deux tracés n'est pas le seul avantage de cette technique; le mécanogramme, quand il est bien enregistré, fournit un repérage de la révolution cardiaque bien plus précis et bien plus complet que ne saurait le faire l'électrogramme. En effet, quelle que soit l'application qu'on donne de son mécanisme, il reste bien établi, à la suite des expériences de Chauveau et Marey, que le profil du mouvement de la pointe est analogue à celui de la pression intraventriculaire et porte les mêmes accidents. Ceux-ci sont, dans l'ordre chronologique, la systole auriculaire, l'intersystole (correspondant à la contraction des muscles papillaires), l'ouverture, puis la fermeture des sigmoïdes, l'ouverture de la mitrale, enfin le remplissage ventriculaire. Il est bien évident qu'une courbe aussi richement accidentée par suite des variations de la pression intraventriculaire et du jeu complexe des valvules, doit donner le moyen le plus sûr et le plus exact de repérer les bruits normaux et anormaux du cœur.

Les auteurs, et tout récemment Clerc, reconnaissent que c'est là un « enregistrement rendu souvent bien malaisé, même en décubitus latéral gauche, par l'épaisseur de la paroi ou la dysnée du malade, et même si les détails ventriculaires sont suffisants, le soulèvement auriculaire n'est pas nécessairement visible ».

Ces considérations que nous nous étions formulées, nous ont amené à réaliser un dispositif capable d'amplifier et d'enregistrer les déplacements de la pointe.

2° Description du cardiographe de pointe

En voici le principe. Une partie d'un courant alternatif de fréquence appropriée, en l'occurrence 800 périodes, est modulé grâce à un système détecteur, par le phénomène variable qu'il s'agit d'enregistrer. Une autre partie du même courant est dérivée à travers un dispositif qui le met en opposition de phase avec la précédente. Les deux parties (modulée et déphasée) sont alors superposées, c'est le courant résultant qui, après am-



(FIG. 9). Montage du système détecteur pour la mécanocardiographie.

plification et redressement, actionne un oscillographe. Cette disposition a pour but de permettre l'obtention d'un zéro. Elle assure à l'appareil un fonctionnement correct et un réglage facile. Le système détecteur et le dispositif de déphasage doivent obligatoirement être semblables, mais peuvent être réalisés de différentes manières. L'expérience nous a montré qu'il fallait retenir le système détecteur à champ électrostatique, disposé selon la figure 9.

Le courant alternatif à 800 périodes est fourni par une

lampe triode, montée en oscillatrice; une partie de ce courant passe au travers d'un condensateur variable, de type ordinaire, qui sert à l'obtention du zéro. Une autre partie passe au travers de la capsule cardiographique, réalisant, elle aussi, un condensateur variable dont nous donnerons plus loin la description. Les deux courants rejoignent les deux extrémités du primaire d'un transformateur dont le point milieu est à la masse; le secondaire de ce transformateur attaque un amplificateur à lampes.

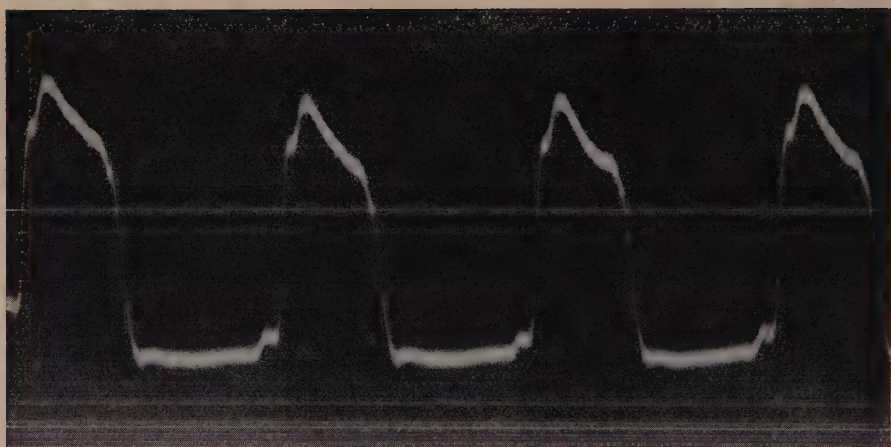
La capsule cardiographique est, nous l'avons dit, une sorte de condensateur variable, dont l'armature mobile figure le fond d'une boîte étanche qui n'aurait pas de couvercle et qu'on peut appliquer comme une ventouse sur la région de la pointe du cœur. Il est évident que les mouvements de celle-ci provoquent dans la capsule des variations de pression qui déplacent l'armature mobile, c'est-à-dire finalement modulent le courant alternatif selon les accidents du cardiogramme.

L'amplificateur est du type ordinaire à trois étages, dont un de puissance; sa courbe de reproduction est adaptée à la fréquence de 800.

À la sortie est disposé un transformateur abaisseur, puis un système de redressement à basse impédance, formé d'un cuproxyde qui redresse les deux alternances du courant. Le courant redressé est envoyé dans un oscillographe à cordes. (1)

(1) Nous utilisons un oscillographe à deux cordes, l'une inscrivant les bruits, l'autre le cardiogramme de pointe.

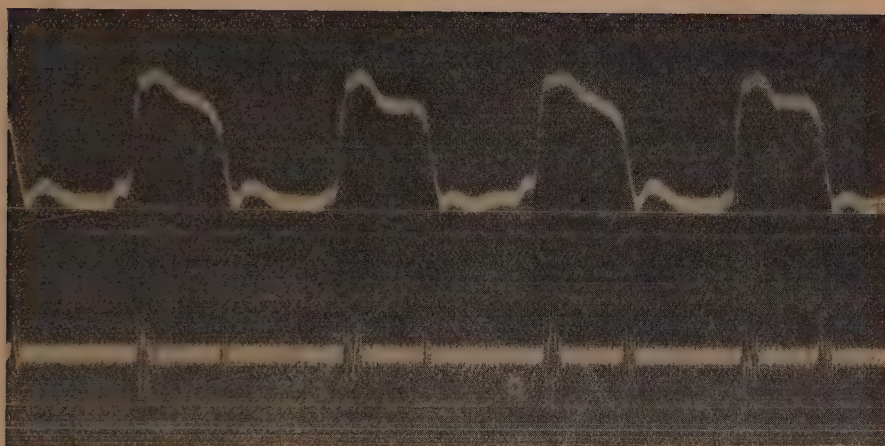
3° Résultats



(Fig. 10) Enregistrement isolé du mécanogramme d'un sujet normal.

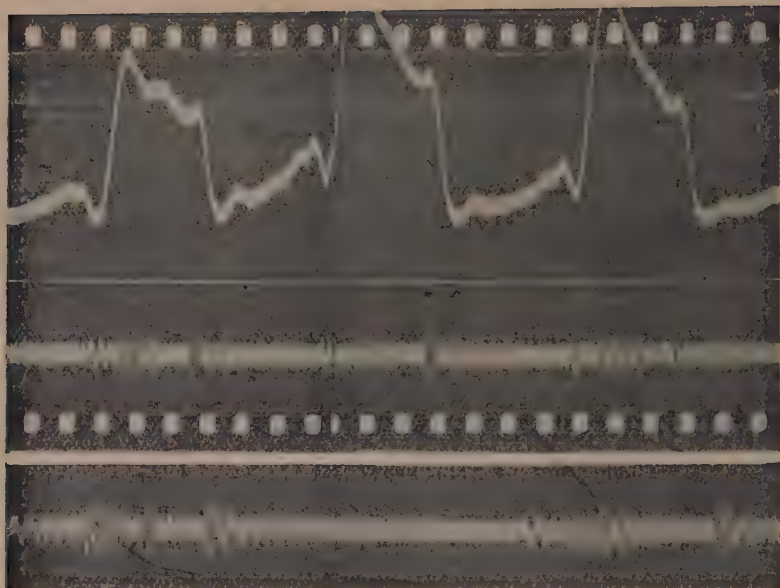
Cet ensemble permet très facilement de régler la sensibilité de l'appareil en fonction de l'intensité du choc de la pointe, si bien que l'inscription du mécanogramme devient possible chaque fois que la pointe peut être palpée et localisée.

Voici, à titre d'exemple (Fig. 10) un mécanogramme normal, enregistré isolément, qui montre la richesse des détails obtenus. Les tracés suivants concernent des enregistrements doubles, cardiogramme et phonocardiogramme.



(Fig. 11) Mécanogramme et phonogramme d'un sujet normal.

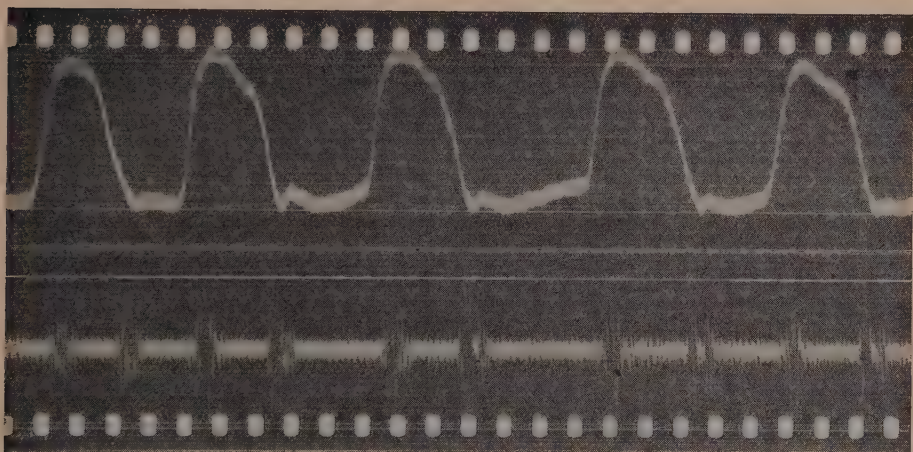
Chez le sujet normal, la systole auriculaire n'intervient nullement dans la formation du premier bruit. Celui-ci lui est postérieur de 5 centièmes de seconde. La première oscillation différenciée se situe dans le tiers de la mise en tension du ventricule et répond parfois à l'accident *i* ou interystole de Chauveau. Le second bruit coïncide très exactement avec la fermeture de sigmoïdes (fig. 11).



(FIG. 12) Le premier tracé enregistre simultanément le mécanogramme et le phonogramme d'une aortite avec double souffle de la base. Le souffle systolique n'est pas holosystolique. (Déroulement 40 m/m seconde). Le 2^e tracé enregistre le phonogramme seul. Le déroulement (60 m/m seconde) est plus rapide pour mieux en montrer les détails.

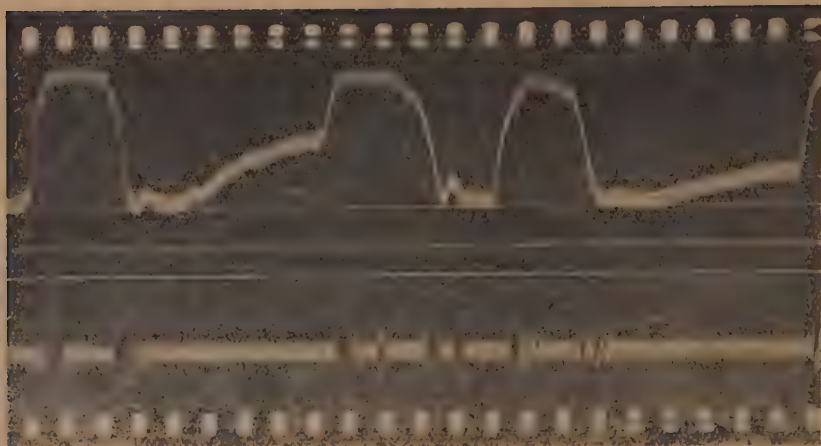
Le tracé de la fig. 12 a été enregistré chez une malade atteinte d'une aortite avec double souffle. On y observe très aisément que le souffle systolique débute 7 centièmes de seconde après la fin du premier bruit et cesse 6 centièmes de seconde avant le début du second. Il n'est donc pas holosystolique, alors que l'auscultation le faisait considérer comme tel. En comparant sa chronographie avec celle du cardiogramme, on est con-

duit à admettre que la vibration qui lui donne naissance ne peut se produire qu'au-dessus d'un taux limite de la pression intra-ventriculaire, correspondant à une vitesse limite du sang dans l'aorte.

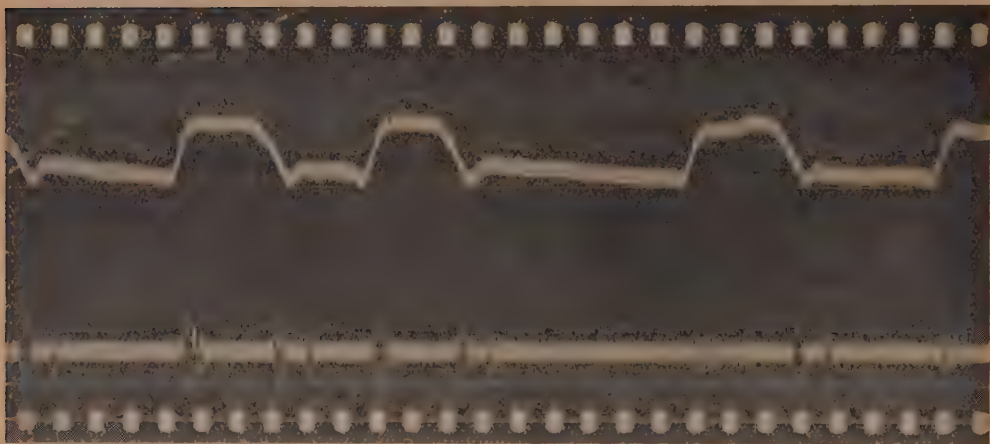


(Fig. 13) Mécanogramme de pointe et phonocardiogramme d'arythmie complète. Dédoublément du 2^e bruit : le 2^e bruit dédoublé est synchrone de l'onde de remplissage ventriculaire. (Déroulement 40 m/m seconde).

La valeur du double enregistrement nous semble trouver sa plus nette démonstration dans les cas suivants. (Fig. 13, 14, 15.) Chez trois malades atteints d'un rétrécissement mitral, et en arythmie complète, nous recueillons les phonocardiogrammes suivants, où s'inscrit un dédoublement évident du deuxième bruit. (Le roulement n'est pas inscrit, parce que le microphone n'a pu être placé à la pointe occupée par le cardiographe.) Le

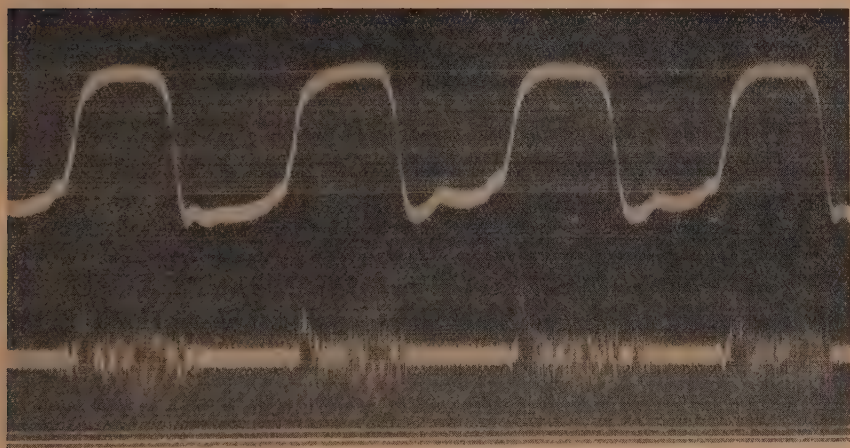


(FIG. 14). Mécanogramme de pointe et phonocardiogramme d'arythmie complète. Dédoubllement du 2^e bruit, le 2^e bruit dédoublé est synchrone de l'onde de remplissage ventriculaire. (Déroulement 40 m/m seconde).



(FIG. 15). Mécanogramme de pointe et phonocardiogramme d'arythmie complète. Dédoubllement du 2^e bruit, le 2^e bruit dédoublé est synchrone de l'onde de remplissage ventriculaire. (Déroulement 18 m/m seconde).

second bruit normal coïncide avec la fermeture sigmoïdienne. Le second bruit dédoublé est synchrone de l'ouverture de la mitrale et il nous semble logique d'admettre qu'il représente un claquement d'ouverture de la mitrale et non pas un asynchrisme dans la fermeture des sigmoïdes. Voici encore l'enregistrement simultané du cardiogramme et du phonogramme chez une malade atteinte d'une insuffisance mitrale. (Fig. 16.)



(Fig. 16). Mécanogramme de pointe et phonocardiogramme. Souffle systolique de la pointe. Déroulement 40 m/m. seconde.

On nous excusera de n'apporter, au cours de cette étude critique de la phonocardiographie, que des résultats fragmentaires. Leur petit nombre tient au temps considérable que nous a demandé la mise au point très délicate de nos appareils. Chacun des tracés que nous publions a été vérifié plusieurs fois.

Leur exactitude ne fait pour nous aucun doute; tels quels, ils nous semblent suffisants pour justifier l'intérêt que nous attachons au double enregistrement du mécanogramme et du phonogramme: la comparaison des deux courbes doit permettre une compréhension meilleure de la physiopathologie cardiaque.

CONCLUSIONS

- 1) Le problème de l'amplification et de l'enregistrement des bruits du cœur, bien que maintes fois posé, n'est pas encore entièrement résolu. Il semble actuellement très simple ; il est, en réalité malaisé, car l'amplification correcte de bruits qui répondent à des phénomènes vibratoires de type non pas sinusoïdal mais transitoire, nécessite l'emploi de montages inhabituels ; ceux-ci, tout en permettant de dissiper une puissance considérable, ne doivent cependant pas comporter un coefficient d'amplification trop élevé.
- 2) Il est à peu près impossible de fabriquer un appareil pratique qui permette de faire entendre correctement les bruits du cœur dans un vaste amphithéâtre.

- 3) C'est pourquoi nous avons été amené à réaliser un dispositif capable de permettre une audition collective pour une dizaine de personnes et d'enregistrer sur film les bruits normaux ou pathologiques.
- 4) Le contrôle sonore par haut-parleur de l'inscription est indispensable. La vérification par la cellule photo-électrique du film obtenu l'est également. Ces pratiques permettent respectivement une audition collective directe à partir du malade, ou collective indirecte à partir de films caractéristiques.
- 5) Le repérage du phonogramme est fourni par l'inscription synchrone, au moyen d'un appareil spécial, du cardiogramme de pointe. La synchronisation des deux tracés, la richesse des accidents du mécanogramme, sont les raisons majeures pour lesquelles ce procédé de repérage nous semble devoir être préféré à celui jusqu'alors employé de l'électrocardiogramme ou du sphymogramme huméral.
- 6) Les tracés simultanés du phonogramme et du mécanogramme représentent, en définitive, les mouvements transmis à la paroi thoracique par le fonctionnement du cœur; les uns de faible amplitude et de fréquence relativement élevée, correspondent aux bruits et sont dus surtout au jeu des valvules; les autres, d'amplitude

considérable et de fréquence très basse, correspondent aux déplacements de la pointe et ressortissent vraisemblablement aux variations de la pression intraventriculaire.

Vu : *Le Doyen*, Vu : *Le Président de Thèse*,
ROUSSY LOEPER

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

- BATTRO, BRAUN-MENENDEZ et ORINO. — Estudio fonocardiografico en 100 adultos jovenes. El Ritmo de Galop. *Revue Argentine de Cardiologie*. Mai-Juin 1934. *Journ. de Physiologie et de Pathologie générale*. T. 33. N° 1. Mars 1935.
- BROUSTET (P.). — Les données de la cardiographie en D.L.G. *Thèse*. Bordeaux, 1930.
- BULL (L.). — *Journal Médical Français*. Juin 1926.
- CHARLES ALFRED (M.). — Auscultation collective. *Thèse*. Paris, 1934.
- CHAVEZ (J.), FLORES (T.). — *Presse Médicale*. 11 Janvier 1933.
- CLERC (A.). — *Bull. et Mém. de la Soc. Médicale des Hôpitaux de Paris*. 19 Janvier 1934, p. 43.
- CLERC (A.), ZADOC KAHN et TAVECCHI. — *Société de Biologie*, 30 Juin 1934.
- DUCHOSAL (P.). — Inscription simultanée de l'E.C.G. et du Phonocardiogramme. *Arch. Maladies du cœur*. Décembre 1929, p. 197. *American Heart Journal*. T. VII, 8932. N° 5, p. 613.
- DUCHOSAL (P.) et BOURDILLON. — L'éclat accidentel du premier bruit du cœur. *Arch. Maladies du Cœur*. Avril 1934.

DUCHOSAL (P.) et SCICLOUNOFF (A.). — Assourdissement des bruits du cœur et phonocardiographie. *Arch. Maladies du Cœur*. N° 8. Août 1932, p. 463.

HOUSSAY (B.-A.). — Leçon à la Faculté de Médecine. 6 Novembre 1935.

LAUBRY (Ch.) et PUDDU. — *Bull. et Mémoires. Soc. Méd. des Hôpitaux de Paris*, 12 Juillet 1934. P. 1286.

LAUBRY et VAN HEERSWYNGHELS. — *Bull. et Mém. Soc. Médic. Hôpitaux de Paris*, 12 Juillet 1935. P. 1289.

LEMAIRE (A.) et LEFEVRE (P.). — *Pratique Médicale Française*, Mai 1934.

LIAN (C.). — Les rythmes cardiaques physiologiques à 3 temps. *Bull. et Mém. Soc. Médic. Hôpitaux de Paris*, 29 Janvier 1934.

LIAN (C.) et RACINE (M.). — *Annales de Médecine*, Juin 1933. T. xxxiv, N° 1.

LOEPER (M.), LEMAIRES (A.), LEFEVRE (A.) et BUSSARD (Cl.). — *C.R. Soc. Biologie*, 16 Décembre 1933.

LUTEMBACHER (R.). — Auscultation Electrique. Multi. et Télé-auscultation. *Presse Médicale*, 27 Juin 1926.

LUTEMBACHER (R.). — Enregistrement des bruits du cœur pour la reproduction phonique. *Bull. Médic.*, 13 Novembre 1926. P. 1283.

LUTEMBACHER (R.). — Méthodes graphiques. Le polygraphe optique. *Journal Médical Français*, Juillet 1926.

LUTEMBACHER (R.). — Bruits du cœur. Etude instrumentale. *Nouveau traité de médecine*, fasc. x. Masson, 1933. P. 188.

MOZER et DUCHOSAL (P.). — Etude électro-phonographique du rythme de galop. *Arch. Maladies du Cœur*, Février 1930. P. 68.

PACHON et FABRE. — Le cardiogramme de D.L.G. en clinique. Doin, Paris, 1928.

PASQUIER (E.). — Cardiographie systématique en D.L.G. *Thèse*, Angers, 1911.

SANTUCCI (G.). — Le Télétransmetteur de Pendé. *Arch. Maladies du Cœur*. N° 8, Août 1932. P. 467.

WOLHERS (N.) et DUCHOSAL (P.). — Etude Phonocardiographique des dédoublements du premier bruit du cœur. *Arch. Médic. du cœur et des vaisseaux*, 1932. P. 1.

TABLE DES MATIÈRES

I. — INTRODUCTION	15
II. — HISTORIQUE	19
III. — PHONOCARDIOGRAPHIE	23
<i>a)</i> Description de l'appareil.....	23
<i>b)</i> Contrôle des films.....	30
<i>c)</i> Résultats	32
IV. — LES LIMITES DE LA PHONOCARDIOGRAPHIE.....	37
V. — REPERAGE DES TRACES.....	41
<i>a)</i> Les différents modes de repérage.....	41
<i>b)</i> Description du cardiographe de pointe.....	46
<i>c)</i> Les résultats.....	48

